

© EPODOC / EPO

PN - JP6123569 A 19940506
 TI - LNG COMPULSIVE EVAPORATION DEVICE OF LNG SHIP
 PA - KAWASAKI HEAVY IND LTD
 IN - KAKO TADANORI

© WPI / DERWENT

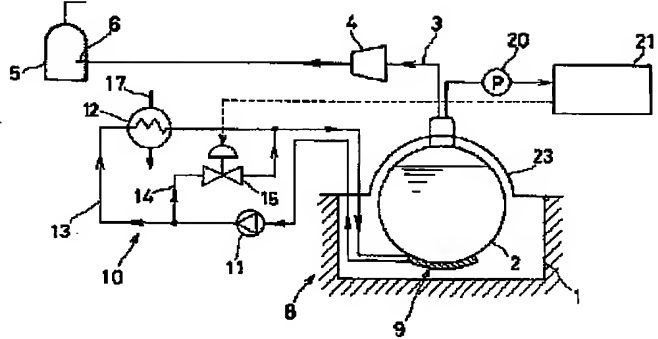
PN - JP2554980B2 B2 19961120 DW199651 C10L3/06 006pp
 - JP6123569 A 19940506 DW199651 C10L3/06 000pp
 TI - Liquefied natural gas compressive evapn. device - has an external heat exchanger replacing need for pump and reducing costs of powering LNG-powered ship
 PA - (KAWJ) KAWASAKIJUKO KK
 IC - B63B25/16 ; B63H21/38 ; C10L3/06 ; F02M31/18
 AB - J02554980 Liquefied natural gas compressive evapn. device used to power a ship comprises tank (2), pipe (3), compressor (4), boiler (5), evapn. device (8), heat exchangers (for heating) (9,12), coolant circulator (10), pump (11), by-pass circuit (14), control valve (15) and gas pressure detector (20). The heater outside the tank forcedly evaporates the LNG, itself comprising a heat exchanger connected to coolant circulator.
 - USE - Used in LNG-powered ship.
 - ADVANTAGE - No pump is required for forced evapn. and the pump for cooling is simpler and is mfd. more cheaply. A small compressor is used to deal with the low temp. evapn. gas allowing more cost redn. Heat energy of steam generated from sea water or boiler can be used effectively in the exchanger.
 - (Dwg.1/2)

© PAJ / JPO

PN - JP6123569 A 19940506
 TI - LNG COMPULSIVE EVAPORATION DEVICE OF LNG SHIP
 I - F28D15/02 ; B63B25/16 ; B63H21/38 ; F02M31/18
 AB - PURPOSE: To execute simply even a system control with easy LNG supplying control by arranging, at an outside of a LNG tank, a heating means which compulsorily causes LNG in its inside to evaporate.
 - CONSTITUTION: In a case wherein a boiled off gas is supplied to a boiler 5 which is a main machinery, the boiled off gas is discharged from a compressor 4, and is supplied to the boiler 5. If a gas quantity necessary for the boiler 5, becomes large, a gas pressure in a tank becomes low, and therefore, this is detected by a gas pressure detecting means 20, and a control device 21, based on its signal executes a control to make a divergence of a control valve 15 small. Then, in a coolant circulation device 10, most of a coolant discharged from a pump 11 passes through a first heat exchanger 12 of a coolant circulation circuit 13, here is heated and flows into a second heat exchanger 9 (a heating device), heats LNG in a LNG tank 2 and forcedly generates the boiled off gas. Accordingly, a supply control of a gas becomes easy.

Patent Abstracts of Japan

TITLE : LNG COMPULSIVE EVAPORATION
DEVICE OF LNG SHIP



COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-123569

(43) 公開日 平成6年(1994)5月6日

(51) IntCl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 2 8 D 15/02	1 0 1 K			
B 6 3 B 25/16		D 9035-3D		
B 6 3 H 21/38		C		
F 0 2 M 31/18				

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全 5 頁)

(21) 出願番号	特願平4-298049	(71) 出願人	000000974 川崎重工業株式会社 兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号
(22) 出願日	平成4年(1992)10月9日	(72) 発明者	加来 惟命 神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号 川崎重工業株式会社神戸工場内
		(74) 代理人	弁理士 岡村 俊雄

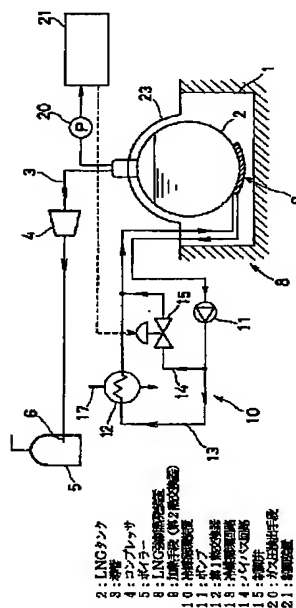
(54) 【発明の名称】 LNG船のLNG強制蒸発装置

(57) 【要約】

【目的】 LNGの送給制御を容易にする。

【構成】 LNGタンク2からのボイルオフガスを主機燃料として用い、タンク2の外壁面に、その内部のLNGを強制的に蒸発させる熱交換器9を設け、タンク2の上部にタンク内のガス圧を検出する手段20を設け、その信号により制御弁15の開度を調整し、熱交換器9に送る熱エネルギーを変え、ボイルオフガスの発生量を調整する。

【効果】 タンク内のガス圧のみをパラメータとしているので、その制御が簡単かつ容易である。ボイラー5へのガス供給は、単一燃料となり、ガスの供給制御がさらに容易であり、従来の如き強制蒸発器及び強制蒸発用のポンプが不要となる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 LNGタンクからのボイルオフガスを主機燃料として利用するLNG船において、LNGタンクの外側に、その内部のLNGを強制的に蒸発させる加熱手段を設けたことを特徴とするLNG強制蒸発装置。

【請求項2】 前記加熱手段は、冷媒循環装置に接続された熱交換器であることを特徴とする請求項1に記載のLNG強制蒸発装置。

【請求項3】 前記冷媒循環装置に、熱交換器に送る冷媒量を制御する制御弁を設け、前記LNGタンクの上部にタンク内のガス圧を検出するガス圧検出手段を設け、このガス圧検出手段からの信号に基づいて前記制御弁の開度を調整制御する制御装置を設けたことを特徴とする請求項2に記載のLNG強制蒸発装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、LNG（液化天然ガス）を運搬するLNG船において、LNGタンクからのボイルオフガスを主機燃料として利用する場合、これを補助するため強制的にLNGを蒸発させるLNG強制蒸発装置に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、LNG（液化天然ガス）を運搬するLNG船は、満載航海中、LNGタンク内からボイルオフガスが自然発生する。そのため、これを主機のタービンを回すボイラーの燃料として使用し、ボイルオフガスの有効利用を図っている。このボイルオフガスは、概ね主機燃料の6～7割を占め、通常は残り4～3割を燃料油を使用しているが、燃料油がLNGに比べて高騰してくると航海コストが大となる可能性があった。そこで、主機燃料の全てを、より安価なLNGとすることもできる様にするため、強制的にLNGを蒸発させるLNG強制蒸発装置が提供されるに至った。

【0003】図2に従来のLNG強制蒸発装置を備えたLNG船を示す。このLNG船は、図の如く、船体101内に配されたLNGタンク102の上部に、ボイルオフガス導管103が接続され、この導管103にコンプレッサ104が設けられ、導管103の末端はボイラーの燃料噴射ノズルに接続される。そして、LNG強制蒸発装置105は、LNGタンク102内に設置されたポンプ106と、このポンプ106の出口側に接続され前記LNGタンク102の外壁で導管103に合流接続されたLNG強制汲上げ路107と、このLNG強制汲上げ路107に汲上げたLNGの一部をタンク102へ戻すバイパス路110と、前記強制汲上げ路107に介在された強制蒸発器108とから構成される。前記蒸発器108では、ポンプ106から強制的に汲上げたLNGをスチーム109と熱交換し、-40℃程度まで温度上昇させ、導管103に合流させている。なお、LNGタンク102内のLNGの温度は-163℃、自然蒸発したボ

イルオフガスの温度はコンプレッサ104の入口で-120℃程度である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来技術においては次のような課題があった。

①主機の要求量に応じて蒸発器108への送給量（ポンプ吐出量）を調整しなければならないが、これはポンプ吐出量の一部をLNGタンクに返却することで調整する。この制御と同時に蒸発器108では送給されたLNGを確実に全量ガス化する目的から出口側の温度を一定にするため、蒸発器108では送給されたLNGの一部をバイパスさせる等の制御を行う。したがって、その制御システムが複雑になる。

②コンプレッサ104の入口側で、ボイルオフガスと蒸発器108からのガスとが混合されるが、ボイルオフガスはほぼ100%メタンであるのに対し、蒸発器108からのガスはLNGの組成と同一で、LNGの組成は、メタン、エタン、プロパン等を含んでおり、したがって、ボイルオフガスと、蒸発器108から供給される蒸発ガスとでは、その組成が異なる。そのため、両者の混合比により、ガスの発熱量が変化することになり、ボイラーへのガスの送給量制御上あまり好ましくない。

③蒸発器108からの蒸発ガスの温度が高い（-40℃）ので、コンプレッサ104の入口側で、LNGタンク102からのボイルオフガスと、蒸発器108からの蒸発ガスが混合した後のガスの温度が、LNGタンク102からのボイルオフガスの温度に比べ上昇し、その分、ガスが膨張してコンプレッサ104の負荷が大きくなり、大型のコンプレッサ104が必要になってくる。

④LNGタンク102からのLNGの汲み出しのために、ポンプ106を使用するが、強制蒸発のために、このポンプ106を常時稼働しなければならない。従来、LNG船では、3タンクないし5タンクのLNGタンクを備えているが、バラスト航海中、これらのタンクをLNGを用いて冷却するため、1個ないし2個のポンプを有している。通常、LNG強制蒸発装置105の構成部品であるポンプ106を、この冷却用のポンプと兼用させているが、上記の如く、強制蒸発用のポンプ106は、常時稼働するため、ベアリングの寿命の点からポンプ106を交替で使用するよう各LNGタンク102に1台ずつポンプを配置しなければならない。そうすると、ポンプ台数が多くなり、コスト高となる。

【0005】本発明の目的は、LNGの送給制御が容易で、かつシステム制御も簡単に行えるLNG強制蒸発装置を提供することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】請求項1に係るLNG船のLNG強制蒸発装置は、LNGタンクからのボイルオフガスを主機燃料として利用するLNG船において、LNGタンクの外側に、その内部のLNGを強制的に蒸発

3

させる加熱手段を設けたものである。請求項2のLNG強制蒸発装置では、前記加熱手段が冷媒循環装置に接続された熱交換器で構成されている。請求項3のLNG強制蒸発装置では、前記冷媒循環装置に、熱交換器に送る冷媒量を制御する制御弁を設け、LNGタンクの上部にタンク内のガス圧を検出するガス圧検出手段を設け、このガス圧検出手段からの信号に基づいて前記制御弁の開度を調整制御する制御装置を設けている。

【0007】

【作用】請求項1のLNG強制蒸発装置においては、加熱手段によりLNGタンクの内部のLNGを強制的に蒸発させて、ボイルオフガス量の増加を図ることができる。ここで、請求項1～3のLNG強制蒸発装置について、包括的に説明すると、ボイラーにボイルオフガスを供給する場合、ボイラーのガス必要量が増すと、ボイルオフガス量が不足し、タンク内のガス圧が低下する。このガス圧の低下をガス圧検出手段で検出し、その信号に基づいて制御弁の開度を調整し、熱交換器への熱エネルギーの供給量を大にする。そうすると、LNGタンクの加熱量が大きくなり、LNGの蒸発量が多くなってボイルオフガス量が多くなる。逆に、タンク内のガス圧が大のときは、熱交換器への熱エネルギーの供給量を小にして、LNGの蒸発量を低減させる。このとき、ボイラーへのガス供給量制御は、タンク内のガス圧のみをパラメータとしているので、その制御が簡単かつ容易に行える。また、ボイラーへのガス供給は、単一燃料（メタン）であるため、発熱量は一定しており、ガスの供給制御がさらに容易に行える。さらに、従来の如き強制蒸発用のポンプが不要であるため、5個程度のLNGタンクを冷却するための1個または2個の冷却用ポンプがあればよく、また強制蒸発器も不要となるので、その製造コストも従来に比べて低減できる。

【0008】

【実施例】以下、本発明の実施例について図面に基いて説明する。図1は本発明の実施例に係るLNG船のLNGタンクとそのLNG強制蒸発装置の構成を示す図である。前記LNG船においては、船体1内に配されたLNGタンク2の上部に、ボイルオフガスを排出する為の導管3が接続され、この導管3にコンプレッサ4が設けられ、導管3の末端はボイラー5の燃料噴射ノズル6に接続されている。LNG強制蒸発装置8は、LNGタンク2の内部のLNGを強制的に蒸発させるためのもので、基本的には、加熱手段としての第2熱交換器9と、この第2熱交換器9に冷媒を循環させる冷媒循環装置10とで構成されている。前記第2熱交換器9は、LNGタンク2の外側の底部、厳密にはLNGタンク2の外面に形成された防熱層（図示略）の底部内側に設けられている。

【0009】前記冷媒循環装置10は、前記第2熱交換器9に冷媒を循環させる為の冷媒循環回路13と、この

4

冷媒循環回路13に介設された冷媒循環用のポンプ11と、このポンプ11の吐出口側において冷媒循環回路13に介設された第1熱交換器12とを有し、ポンプ11で加圧された冷媒は、第1熱交換器12で加温されて、第2熱交換器9へ供給され、その後ポンプ11へ戻るように構成されている。更に、冷媒循環回路13にポンプ11の吐出口側と第1熱交換器12の出口側とを短絡するバイパス回路14が形成され、このバイパス回路14に、第2熱交換器9に送る冷媒量を制御する制御弁15が設けられている。

【0010】前記第2熱交換器9は、球形のLNGタンク2の径が40mとすると、その底部に防熱層を介してリング状に5m幅で設置されている。この第2熱交換器9に流れる冷媒は、LNGタンク2内のLNGが-163℃であるため、これにより固化しない非可燃性液体、例えばフロン系の冷媒が用いられ、第2熱交換器9には、-100℃前後の冷媒が流れる。第1熱交換器12は、循環冷媒とスチーム17との間で熱交換を行うもので、スチームの代わりに海水を用いてもよい。これらのポンプ11および第1熱交換器12は、甲板上に配される。

【0011】前記制御弁15は、比例電磁弁やステッピングモータ等により弁開度を調整可能なものが用いられている。そして、LNGタンク2の上部にタンク内のガス圧を検出するガス圧検出手段20が設けられ、このガス圧検出手段20からの信号に基づいて前記制御弁15の開度を調整制御する制御装置21が設けられている。ガス圧検出手段20は、圧力センサであって、コンプレッサ4の吸入口よりもLNGタンク2側に配される。制御装置21は、マイクロコンピュータ等から構成され、圧力センサ20からの信号に基づいて前記制御弁15を制御する。なお、図において、23はLNGタンク2の上部保護カバーである。

【0012】上記構成において、主機のボイラー5にボイルオフガスを供給する場合、ボイルオフガス導管3を通してLNGタンク2の上部から蒸発したボイルオフガスがコンプレッサ4から吐出され、このボイルオフガスが30℃程度に加温されてボイラー5に供給される。コンプレッサ4はボイラー5に必要なだけのガスを送給するので、ボイラー5の必要ガス量が大きくなり、ボイルオフガス量が不足すると、タンク内のガス圧が低下するので、このガス圧の低下をガス圧検出手段20で検出し、制御装置21は、その信号に基づいて制御弁15の開度を小さくするよう制御する。そうすると、冷媒循環装置10では、ポンプ11から吐出された冷媒の大部分が冷媒循環回路13の第1熱交換器12を通り、ここで加熱されて第2熱交換器9に流れ、第2熱交換器9でLNGタンク2内のLNGを加熱し、-160℃程度のボイルオフガスを強制的に発生させる。そうすると、コンプレッサ4の送給ガス量とタンク内で発生するボイルオフ

ガス量がバランスする。

【0013】逆に、ボイラー5の必要ガス量が小さくなると、コンプレッサ4から供給されるボイルオフガス量が少なくなり、タンク内のガス圧が増大するので、このガス圧をガス圧検出手段20で検出し、制御装置21は、その信号に基いて制御弁15の開度を大きくする。そうすると、冷媒循環装置10では、ポンプ11から吐出された冷媒の一部は、第1熱交換器12を通ることなく、バイパス回路14を通過して第2熱交換器9に戻るの
10ので、冷媒循環回路13では第2熱交換器9へ供給される熱エネルギーが少なくなる。したがって、LNGタンク2内から蒸発するボイルオフガスの量が減少し、コンプレッサ4の送給ガス量とタンク内で発生するボイルオフガス量が再びバランスする。

【0014】このように、タンク内のガス圧をガス圧検出手段20で検出し、制御弁15をフィードバック制御して第2熱交換器9に送る熱エネルギーを調整し、所定のガス圧を保つようにすると、コンプレッサ4から送られるボイルオフガスの量がボイラー5の必要ガス量に追
20随し、100%ボイルオフガスにより、ボイラー5の燃料を賄える。また、コンプレッサ4に送られるボイルオフガスは、約-120℃のメタンガスであり、その組成が図2に示す従来の強制蒸発装置と異なり、単一燃料に近く、そのため、ガスの供給制御が容易に行える。また、強制蒸発装置8を含むボイラー5への燃料供給制御は、ガス圧のみをパラメータとして制御弁15をフィードバック制御しているの
30で、その制御が容易かつ確実に行える。更に、図2に示す従来の強制蒸発装置では、-120℃の自然蒸発ガスに-40℃の強制蒸発ガスが混合し、温度が上昇したガスが供給されていたため、コンプレッサ4の負荷が増大していたが、本実施例では、常に低温（-120℃）のガスが供給されるので、コンプレッサ4の負荷も低減でき、小型のコンプレッサを用いることができる。

【0015】また、加熱手段としての第2熱交換器9に、ボイラー5の燃焼により発生するスチームを直接供給することも考えられるが、停泊時などのエンジン停止時には、スチームは発生せず、またLNGタンク2の温度が-163℃程度の低温であるため、熱交換器内の水が氷結するおそれがあり、循環用のパイプが破損するお
40それがある。その点、本実施例のように、低温でも固化しないフロン系の冷媒を使用すれば循環パイプの氷結のおそれがない。

【0016】尚、本発明は、上記実施例に限定されるものではなく、本発明の適用範囲内で多くの修正・変更を加えることができるのは勿論である。例えば、上記実施

例では、制御弁をバイパス回路14に配したが、バイパス回路を設けず、直接、冷媒循環回路に制御弁を設けてもよく、また、ポンプ11の回転数を制御するように構成してもよい。また、冷媒循環装置の熱交換器の熱源として、上記実施例ではスチームを用いたが、これに限らず太陽熱を利用することも可能である。

【0017】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1に係るLNG強制蒸発装置によれば、LNGタンクの外側にその内部のLNGを強制的に蒸発させる加熱手段を設けたので、従来の如く強制蒸発用のポンプが不要となり、冷却用のポンプも5個タンクの場合でも2個程度でよく、その製造コストを低減できる。しかも、ガス排出路のコンプレッサに供給されるガスも単一燃料に近く、ガスの供給制御も容易に行える。さらに、コンプレッサに送られるボイルオフガスは、従来と異なり低温の蒸発ガスであるため、コンプレッサにかかる負荷も低減でき、小型のコンプレッサが使用でき、さらにコストの低減を実現できる。請求項2のLNG強制蒸発装置では、加熱手段として熱交換器を使用するため、海水やボイラーから発生したスチームの熱エネルギーを有効に使用でき、新たなエネルギーを用いることなく、その省エネルギー効果も大である。請求項3に係るLNG強制蒸発装置によれば、主機への燃料供給制御は、ガス圧のみをパラメータとして制御弁をフィードバック制御しているの
50で、その制御が容易かつ確実に行えるといった優れた効果がある。

【図面の簡単な説明】

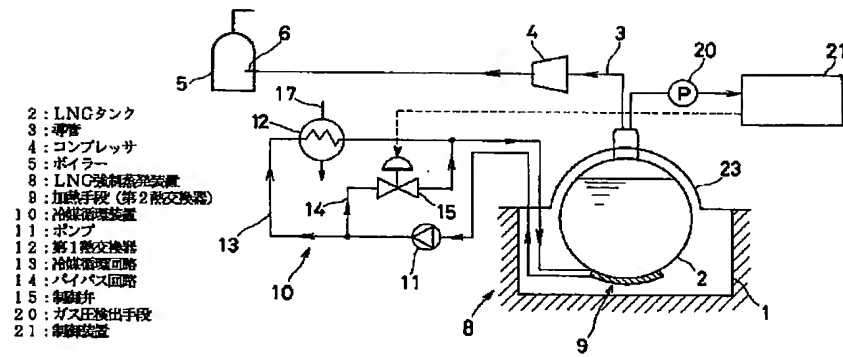
【図1】本発明の実施例に係るLNG船のLNGタンクとそのLNG強制蒸発装置の構成図

【図2】従来のLNG船のLNG強制蒸発装置の構成図

【符号の説明】

- 2：LNGタンク
- 3：導管
- 4：コンプレッサ
- 5：ボイラー
- 8：LNG強制蒸発装置
- 9：第2熱交換器（加熱手段）
- 10：冷媒循環装置
- 11：ポンプ
- 12：第1熱交換器
- 13：冷媒循環回路
- 14：バイパス回路
- 15：制御弁
- 20：ガス圧検出手段
- 21：制御装置

【図1】



【図2】

